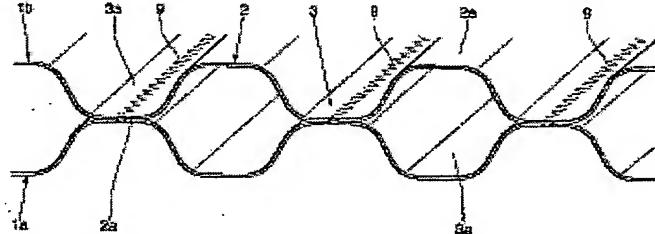


Honeycomb structural panel for vehicle has corrugated aluminum sheets laser welded together along lines of contact**Patent number:** FR2810911**Publication date:** 2002-01-04**Inventor:****Applicant:** CIE FINANCIERE AUSTRALE S A (LU)**Classification:****- international:** B21D47/00; B23K26/24; B21D47/00; B23K26/00;
(IPC1-7): B21D47/00; B23K26/26; B23K101/02**- european:** B21D47/00; B23K26/24B**Application number:** FR20000008538 20000630**Priority number(s):** FR20000008538 20000630**Report a data error here****Abstract of FR2810911**

The honeycomb panel for a vehicle structure has multiple layers of corrugated aluminum sheet (1) assembled together with the tips and troughs of each sheet in contact with those of the two adjacent sheets. At least one part of the corrugations of each sheet are assembled to those of the two adjacent sheets by a laser weld following a continuous line parallel (9) to the axes of the corrugations. Claims include a method of making the panels.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 810 911

(21) N° d'enregistrement national :

00 08538

(51) Int Cl⁷ : B 21 D 47/00, B 23 K 26/26 // B 23 K 101:02

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30.06.00.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.01.02 Bulletin 02/01.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : CIE FINANCIERE AUSTRALE S.A. — LU.

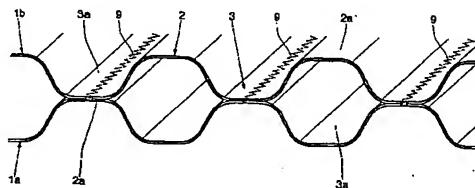
(72) Inventeur(s) :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

(54) ELEMENT DE STRUCTURE ALVEOLE DU TYPE EN NID D'ABEILLE, EN ALUMINIUM, ET SON PROCEDE DE FABRICATION.

(57) Élément de structure alvéolé du type en nid d'abeille, comprenant plusieurs feuilles d'aluminium ondulées 1 présentant des sommets et des creux, assemblées entre elles, les sommets et les creux des ondulations de chaque feuille étant en contact avec les sommets et les creux des ondulations des deux feuilles adjacentes qui l'enserrent, au moins une partie des ondulations de chaque feuille a été assemblée aux ondulations des deux feuilles adjacentes au moyen d'une soudure par laser selon une ligne continue 9 parallèle à l'axe des ondulations.



FR 2 810 911 - A1



Elément de structure alvéolé du type en nid d'abeille, en aluminium, et son procédé de fabrication.

La présente invention est relative à un élément de structure alvéolé du type en nid d'abeille, réalisé en aluminium, et comprenant plusieurs feuilles d'aluminium ondulées assemblées entre elles.

On connaît depuis longtemps les panneaux en sandwich comprenant, entre deux peaux réalisées sous forme de feuille plane mince, une âme ou coeur résistant, assemblé de façon à constituer un panneau présentant des caractéristiques mécaniques intéressantes en ce qui concerne en particulier la légèreté et la résistance à différentes sollicitations mécaniques.

On utilise en particulier des panneaux de ce type dans les véhicules de transport, qu'il s'agisse de transport terrestre ou de transport aérien. Le coeur du panneau peut être réalisé en différents matériaux, et on a également envisagé récemment l'utilisation d'aluminium sous forme de feuilles ondulées assemblées entre elles par collage.

La fabrication de ce type d'élément de structure alvéolé se fait par application d'un adhésif spécifique adapté au matériau utilisé suivie d'une étape de pressage et de durcissement de l'adhésif éventuellement avec application d'un traitement thermique.

L'assemblage des deux peaux définissant le panneau sandwich se fait ensuite également par collage sur les extrémités frontales des ondulations préalablement découpées à l'épaisseur désirée de l'élément de structure recherché. A titre d'adhésifs que l'on peut envisager, on notera par exemple les adhésifs à base de résine époxy généralement utilisés sous forme liquide.

Certains panneaux composites sont également réalisés à l'aide

de plaques de peau extérieure en résine époxy ou en résine phénolique.

De tels éléments de structure du type panneaux en sandwich sont utilisés chaque fois qu'on a besoin d'une grande résistance mécanique alliée à une légèreté du matériau et en particulier dans l'aéronautique, 5 dans la construction ferroviaire, par exemple les trains à grande vitesse, et dans l'automobile. On peut utiliser de tels panneaux par exemple comme éléments de plancher dans des aéronefs, comme constituants du fuselage, comme cloisons de séparation dans les véhicules ferroviaires, comme éléments de carrosserie dans les véhicules automobiles, ainsi que pour les 10 aménagements intérieurs de tous ces moyens de transport.

On a constaté cependant que les performances mécaniques de ce type d'éléments de structure réalisés à base d'aluminium restaient limitées par rapport à ce qu'il aurait été possible d'espérer compte tenu des caractéristiques mécaniques de l'aluminium utilisé. On a constaté, en 15 particulier en cas de choc entraînant un écrasement de la structure en nid d'abeille, une résistance insuffisante pour certaines applications. De la même manière, la résistance à la fatigue de tels panneaux sandwich à base d'aluminium laisse à désirer pour certaines applications.

La présente invention se propose donc d'améliorer les caractéristiques mécaniques de tels éléments de structure alvéolés comportant un cœur en aluminium, de façon en particulier à augmenter la sécurité dans les transports en cas d'accident lorsque des panneaux de ce type sont utilisés pour les éléments de structure interne et externe. 20

L'invention propose également un nouveau procédé de fabrication de tels éléments de structure de nature à améliorer l'efficacité de la fabrication tout en permettant l'obtention d'un élément de structure 25 présentant des caractéristiques mécaniques améliorées.

L'élément de structure alvéolé du type en nid d'abeille, selon l'invention, comprend plusieurs feuilles d'aluminium ondulées présentant des sommets et des creux, assemblées entre elles, les sommets et les creux des ondulations de chaque feuille étant en contact avec les sommets et les creux des ondulations des deux feuilles adjacentes qui l'enserrent. Au moins une partie des ondulations de chaque feuille a été assemblée aux ondulations des deux feuilles adjacentes au moyen d'une soudure par laser 30 selon une ligne continue parallèle à l'axe des ondulations. 35

Dans un mode de réalisation, toutes les ondulations de chaque feuille ont été assemblées par soudure au laser aux ondulations des deux feuilles adjacentes.

5 Les sommets et les creux des ondulations peuvent avantageusement présenter une zone plane à l'endroit de la soudure. On améliore ainsi le contact entre les différentes feuilles et on facilite la fabrication .

10 Dans un mode de réalisation avantageux, l'élément de structure alvéolé est réalisé sous la forme d'un panneau en sandwich comprenant en outre deux peaux extérieures constituées par une feuille plane, de préférence en aluminium, solidarisée avec les extrémités frontales des ondulations par collage ou par soudure au laser.

15 Lorsque la solidarisation des peaux extérieures est faite par soudure au laser, elle est avantageusement effectuée au moyen d'une pluralité de lignes de soudure parallèles. Ces lignes peuvent être continues ou formées d'une pluralité de points de soudure alignés.

20 Un procédé de fabrication d'un élément de structure alvéolé en feuilles d'aluminium ondulées présentant des sommets et des creux, assemblées entre elles, selon un mode de réalisation de l'invention, comprend les étapes suivantes:

- on forme, dans une pluralité de feuilles d'aluminium, des ondulations comportant des sommets et des creux s'étendant longitudinalement;

25 - on maintient en position fixe une première feuille ondulée et une deuxième feuille ondulée, posée sur la première feuille, les axes des ondulations des deux feuilles ondulées étant parallèles, les sommets des ondulations de la première feuille étant en contact avec les creux des ondulations de la deuxième feuille sur la longueur des ondulations;

30 - on positionne successivement dans les creux d'une partie au moins des ondulations de la deuxième feuille, un outil de soudage par laser, que l'on déplace longitudinalement de façon à former une ligne de soudure continue;

35 - on répète ces opérations successivement avec chaque feuille ondulée suivante chaque fois posée sur la feuille précédente, jusqu'à l'obtention d'un empilement soudé ayant une épaisseur correspondant aux

dimensions désirées du panneau;

-on découpe ledit empilement perpendiculairement à l'axe des ondulations des feuilles soudées en formant des tranches d'épaisseur correspondant sensiblement à celle de l'élément désiré.

Pour l'obtention d'un panneau en sandwich, on enserre ensuite chaque tranche découpée, entre deux peaux constituées par une feuille plane, de préférence en aluminium, solidarisée avec les extrémités frontales des ondulations par collage, par brasage ou par soudure au laser.

L'invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre un empilement de feuilles d'aluminium ondulées selon un mode de réalisation de l'invention permettant, après découpe, l'obtention d'un élément de structure alvéolé;

- la figure 2 est une vue en perspective partiellement développée, montrant les principaux constituants d'un élément de structure selon un mode de réalisation de l'invention;

- la figure 3 est une vue agrandie de deux feuilles d'aluminium ondulées, selon un mode de réalisation de l'invention, montrant en particulier les lignes de soudure qui permettent leur assemblage;

- La figure 4 est une vue en coupe très agrandie d'une zone de soudure entre deux feuilles d'aluminium ondulées;

- la figure 5 est une vue en coupe schématique d'un mode de réalisation d'un outil de soudure laser de deux feuilles d'aluminium superposées;

- la figure 6 est une vue de côté de l'outil de soudure laser illustré sur la figure 5;

- la figure 7 est une vue analogue à la figure 6, montrant une variante d'outil de soudure; et

- la figure 8 montre en vue de dessus schématique une portion de la face frontale externe d'un élément de structure alvéolé en nid d'abeille et illustre le trajet possible des lignes de soudure des peaux extérieures selon divers modes de réalisation.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, sont

montrées, dans une disposition horizontale, une pluralité de feuilles d'aluminium ondulées 1, formant un empilement. Chaque feuille d'aluminium ondulée 1 présente des sommets 2 et des creux 3 constituant les ondulations des feuilles d'aluminium 1. L'empilement de ces différentes feuilles 1 est tel que les sommets 2 et les creux 3 des ondulations de chaque feuille 1 viennent en contact avec les sommets et les creux des ondulations des deux feuilles adjacentes 1 qui l'enserrent.

Les sommets 2 et les creux 3 s'étendent longitudinalement et l'assemblage des différentes feuilles d'aluminium 1 entre elles se fait au moyen d'une soudure par laser selon une ligne continue parallèle à l'axe des ondulations et pratiquée dans au moins une partie des ondulations de chaque feuille 1. L'ensemble définit une pluralité d'alvéoles 4 analogues à un nid d'abeille.

L'empilement ainsi constitué et illustré sur la figure 1 est ensuite découpé perpendiculairement à l'axe des ondulations, par exemple selon les lignes 5, de façon à définir des tranches d'épaisseurs correspondant sensiblement à celles de l'élément de structure désiré. On comprendra qu'il soit possible bien entendu de varier l'écartement des lignes de découpe 5, de façon à obtenir des épaisseurs appropriées pour l'élément de structure.

L'élément de structure obtenu peut être utilisé tel quel et présente d'excellentes caractéristiques mécaniques de résistance à la flexion et à l'écrasement, ces caractéristiques mécaniques se conservant en outre dans le temps et n'étant pas affectées par les conditions extérieures telles que l'hygrométrie, la température, etc.

Dans un autre mode de réalisation, l'élément de structure alvéolé est réalisé sous la forme d'un panneau sandwich comme illustré sur la figure 2. Il comporte une âme 6 constituée par une tranche découpée dans l'empilement illustré sur la figure 1, ladite âme étant rendue solidaire de deux peaux extérieures 7 et 8 constituées par exemple d'aluminium, venant en contact avec les extrémités frontales des ondulations des feuilles d'aluminium 1. La fixation des peaux 7 et 8 sur les extrémités frontales des ondulations peut se faire par collage au moyen par exemple d'une résine époxy ou par soudure au laser si le matériau choisi le permet, comme on l'expliquera par la suite.

La forme des ondulations permettant l'obtention de la structure en nid d'abeille visible sur les figures 1 et 2, peut être choisie en fonction des caractéristiques recherchées pour l'élément de structure finale.

On peut utiliser par exemple une forme sinusoïdale. Dans un mode de réalisation préféré, visible en particulier sur la figure 3, les sommets 2 et les creux 3 des feuilles ondulées 1a, 1b présentent une zone plane longitudinale 2a, 3a, à l'endroit de la soudure. La soudure est constituée par un cordon continu 9, s'étendant longitudinalement sensiblement au centre des zones planes 3a des creux 3 de la feuille supérieure 1b, en contact avec les zones planes 2a des sommets 2 de la feuille ondulée 1a située immédiatement au dessous dans l'empilement.

La présence des zones planes 2a, 3a facilite le guidage de l'outil de soudage ainsi que le positionnement relatif des différentes feuilles d'aluminium ondulées les unes par rapport aux autres dans l'empilement, tel qu'ilustré sur la figure 1.

Dans l'exemple illustré sur la figure 3, tous les creux 3 de la feuille d'aluminium supérieure 1b comportent un cordon de soudure longitudinal 9 réalisant la soudure avec tous les sommets 2 des ondulations de la feuille d'aluminium inférieure 1a.

Dans un autre mode de réalisation, on peut envisager de ne procéder à cette soudure que sur certains creux 3. L'assemblage se révèle moins résistant mais peut être suffisamment efficace en fonction de l'application prévue pour l'élément de structure finalement obtenu.

Le choix de l'épaisseur des feuilles d'aluminium 1 dépend en partie de l'outillage de soudure par laser utilisé. En pratique, on a montré que de telles feuilles d'aluminium ondulées peuvent être soudées par laser dans d'excellentes conditions à une vitesse convenable lorsque leur épaisseur est comprise entre 0,3 et 10 mm, de préférence entre 0,5 et 0,8 mm. De bons résultats ont été en particulier obtenus avec des feuilles d'aluminium de 0,5 mm d'épaisseur.

La soudure effectuée par laser comme il a été indiqué, est de préférence effectuée de façon à pénétrer totalement les deux épaisseurs des feuilles d'aluminium en regard 1a et 1b comme illustré sur la figure 4. Le cordon de soudure 9 illustré schématiquement sur la figure 4, représente en réalité la zone du matériau qui a été fusionnée par l'énergie

développée par le laser. Cette zone s'étend de part et d'autre de la double épaisseur constituée par les feuilles d'aluminium 1a et 1b en contact par leurs creux et leurs sommets respectifs dans la zone de soudure.

On notera que la soudure est de préférence effectuée sans gaz de protection, c'est-à-dire à l'air libre, et sans l'adjonction de matériau d'appoint. On peut utiliser par exemple un laser YAG développant une puissance de 3 à 5 kW, la puissance étant adaptée de façon à obtenir la soudure de pénétration totale illustrée sur la figure 4 avec l'épaisseur choisie pour les feuilles d'aluminium 1. Dans un autre mode de réalisation, 5 on peut opérer, toujours par laser, avec de l'hélium comme gaz de protection.

Un mode de réalisation d'un appareillage de fabrication est illustré à titre d'exemple sur la figure 5 de manière schématique. L'appareillage comprend une plaque de base 10 sur laquelle on vient tout 15 d'abord poser une première feuille d'aluminium ondulée 1a. Dans l'exemple illustré, la feuille d'aluminium ondulée 1a présente la structure qui a déjà été décrite en référence à la figure 3. En particulier, la feuille d'aluminium ondulée 1a présente des sommets comportant des zones planes 2a et des creux comportant également des zones planes 3a qui viennent en contact avec la plaque de base 10.

Dans le déroulement du procédé de fabrication, on a donc tout 20 d'abord formé les plaques ondulées en aluminium, telles que 1a et 1b, toutes identiques. On vient alors placer une deuxième plaque d'aluminium 1b sur la première plaque d'aluminium ondulée 1a, de façon que les axes 25 des ondulations des deux feuilles ondulées 1a et 1b soient parallèles, les zones planes 2a des sommets des ondulations de la première feuille 1a venant en contact avec les zones planes 3a des creux de la deuxième feuille ondulée 1b ou feuille supérieure. A cet égard, les zones planes 2a, 3a facilitent le positionnement convenable de la deuxième feuille ondulée 30 supérieure 1b par rapport à la première feuille ondulée inférieure 1a. L'empilement des deux feuilles ondulées 1a, 1b ainsi constitué, est maintenu en position fixe, en particulier dans la zone de soudure, par serrage au moyen de deux organes de serrage 11, 12, qui présentent une face inférieure plane venant en contact avec les sommets des ondulations 35 de la plaque supérieure 1b et une face supérieure biseautée en 13 pour

faciliter le déplacement de l'outil de soudage 14.

La soudure par laser est effectuée au moyen de l'outil de soudage 14 qui comporte un dispositif de focalisation optique 15 et un guide de faisceau laser 16 s'étendant verticalement vers le bas jusqu'à une petite distance de la surface à souder de la zone plane 3a.

L'outil de soudage 14 est monté sur un bâti, non représenté sur la figure, capable de se déplacer longitudinalement pour effectuer le cordon de soudure 9 et verticalement afin de pouvoir déplacer l'outil 14 d'une ondulation à l'autre pour les opérations de soudure successives. Un moteur d'entraînement, non représenté, permet l'entraînement à vitesse constante de l'outil de soudage 14 pour la réalisation du cordon de soudure 9.

Un dispositif capteur 17 est placé à proximité du guide 16 du faisceau laser, de façon à détecter la position de l'outil de soudage 14 par rapport à l'ondulation et à la zone plane 3a. Le capteur 17 fait partie d'un système de régulation en boucle fermée, agissant sur le moteur d'entraînement de façon à maintenir l'outil de soudage 14 et le guide 16 du faisceau laser en position sensiblement centrale lors de l'opération de soudure et pendant tout le déplacement longitudinal de l'outil de soudage 14.

L'outil de soudage 14 comprend en outre des moyens d'appui constitués, dans le mode de réalisation de la figure 5, sous la forme d'une molette rotative 18 qui vient prendre appui sur la surface à souder de la zone plane 3a légèrement en avant du guide de faisceau laser 16 par rapport au déplacement de l'outil de soudage matérialisé par la flèche 19 sur la figure 6. La molette rotative 18 exerce une pression sur les feuilles 1b et 1a dans la zone précédant immédiatement la zone de soudure, grâce à l'action d'un vérin d'appui 20 dont la tige 21 porte l'axe de rotation de la molette 18.

Dans un autre mode de réalisation illustré sur la figure 7, les moyens d'appui sont constitués par un doigt d'appui 22 placé à l'extrémité de la tige du vérin d'appui 20. L'extrémité du doigt d'appui 22 vient en contact avec la surface de la feuille d'aluminium ondulée supérieure 1b légèrement en avant de la zone de soudage comme on peut le voir sur la figure 7.

Les moyens d'appui constitués par la molette rotative 18 ou le doigt d'appui 22 montés sur l'outil de soudage 14, se déplacent longitudinalement avec lui lors de l'opération de soudure.

Le vérin d'appui 20 peut être un vérin pneumatique ou comporter 5 un ressort convenablement taré.

Les organes de serrage et d'appui 11, 12 sont chaque fois déplacés en même temps que l'outil de soudage, de façon que le creux de l'ondulation dans laquelle le cordon de soudure doit être réalisé se trouve défini entre les deux organes de serrage 11 et 12.

10 Après la réalisation de tous les cordons de soudure longitudinaux nécessaires pour assembler la feuille supérieure 1b à la feuille inférieure 1a, on poursuit la fabrication, après avoir retiré l'outil de soudure 14 et dégagé les organes d'appui 11 et 12 en plaçant une nouvelle feuille d'aluminium ondulée sur la feuille 1b.

15 Dans un mode de réalisation avantageux de l'appareillage, la plaque de base 10 se déplace chaque fois vers le bas d'une distance correspondant à l'épaisseur de la nouvelle feuille ondulée à souder, de façon que l'outil de soudure 14 puisse chaque fois être aisément positionné en vue des opérations de soudure successives.

20 Les moyens d'appui et le serrage 11 et 12 sont ensuite remis en position, la nouvelle feuille ondulée 1 venant en contact avec la feuille 1b comme c'était le cas précédemment pour la feuille 1a. L'opération de soudage est recommandée en faisant se déplacer l'outil de soudure longitudinalement dans les creux des ondulations de la feuille supérieure ondulée.

25 Pour éviter au maximum l'apparition de contraintes résiduelles dues à l'échauffement du matériau lors de la soudure, on procède de préférence à la soudure successive des différentes ondulations de chaque feuille d'aluminium ondulée selon un cycle particulier. On pourra par exemple commencer la soudure d'une première ondulation au voisinage de la portion centrale de l'empilement, puis procéder à la soudure d'une ondulation voisine de l'un des bords de l'empilement, puis du bord opposé de l'empilement et successivement de chaque côté de la zone centrale en s'en rapprochant progressivement. Le choix de la séquence de soudage 30 dépend en particulier de la qualité des feuilles ondulées et de leur mode de

fabrication, en particulier des caractéristiques de laminage. Le choix de cette séquence peut être aisément opéré après quelques essais, en fonction de la nature des feuilles ondulées utilisées.

5 Comme il a été indiqué précédemment, on obtient ainsi un empilement soudé définissant une structure alvéolée en nid d'abeille comportant une pluralité d'alvéoles 4, comme illustré sur la figure 1. La découpe selon les lignes 5 de la figure 1, permet d'obtenir un élément de structure alvéolé. La réalisation d'un panneau sandwich tel qu'illustré sur la figure 2, peut se faire par collage, brasure ou soudure au laser des deux 10 peaux externes 7 et 8 constituées avantageusement de deux feuilles d'aluminium planes, d'une épaisseur pouvant être par exemple de l'ordre de 1 mm.

15 Le collage des peaux supérieure et inférieure sur l'âme alvéolée en nid d'abeille se fait généralement en utilisant au préalable un matériau primaire d'accrochage appliqué sur la surface des peaux inférieure et supérieure et sur les extrémités frontales des alvéoles 4. L'application du primaire d'accrochage se fait après l'opération de soudure.

20 Le collage se fait ensuite au moyen d'un adhésif synthétique, par exemple une colle bicomposant polyuréthane qui est appliquée sur la surface des peaux supérieure et inférieure destinées à entrer en contact avec les extrémités des alvéoles. Après application de la colle de façon homogène sur le support, on réalise le pressage des pièces à assembler jusqu'au durcissement de la colle.

25 On peut également assembler les deux peaux inférieure et supérieure à l'âme en nid d'abeille au moyen d'une brasure en appliquant sur les surfaces des deux peaux inférieure et supérieure une pellicule de matière à braser, puis, après avoir positionné les deux peaux de part et d'autre de l'âme en nid d'abeille en élevant la température jusqu'à la fusion de la matière à braser.

30 Dans un autre mode de réalisation, on procède à l'assemblage au moyen d'une soudure par laser des deux peaux inférieure et extérieure en aluminium sur l'âme en nid d'abeille précédemment obtenue également par soudure au laser.

35 La soudure au laser des peaux extérieures en aluminium est faite de préférence selon une pluralité de lignes parallèles.

Comme illustré sur la figure 8, les lignes de soudure parallèles 23 peuvent passer par les zones de soudure des différentes ondulations formant le nid d'abeille.

5 Dans un autre mode de réalisation, les lignes de soudure parallèles 24 sont réalisées avec une largeur plus importante et placées de façon à se trouver en regard de la majeure partie des extrémités frontales des ondulations.

10 Il est également possible de procéder à une soudure en aveugle sans se préoccuper de la position exacte des lignes de soudure par rapport aux alvéoles.

15 Dans un autre mode de réalisation, on procède à une détection préalable de la présence des ondulations sous la peau à souder avant de procéder à la soudure selon les lignes parallèles 23 ou 24, selon une ligne continue ou par points alignés.

20 Dans un autre mode de réalisation, on explore la surface frontale en nid d'abeille, par exemple au moyen d'une caméra optique avant de placer la peau à souder et on mémorise la position des différents trajets sinuieux des alvéoles, de façon à piloter l'outil de soudage au laser selon le trajet désiré, par exemple le long des lignes parallèles 24 ou selon un autre trajet approprié.

La puissance du laser utilisé est telle que la soudure se fait avec une pénétration totale à travers la peau en aluminium, de façon à assurer une solidarisation parfaite de la peau sur la structure en nid d'abeille.

25 La soudure par laser des peaux extérieures en aluminium est avantageusement effectuée sous un gaz de protection tel que de l'hélium, et, selon les applications, avec adjonction d'un matériau d'apport pouvant contenir par exemple du magnésium ou du silicium, afin d'augmenter la ténacité de la liaison.

30 Les éléments de structures alvéolés ainsi obtenus et en particulier les panneaux sandwich réalisés entièrement en aluminium assemblés essentiellement par soudure au laser, présentent des caractéristiques mécaniques particulièrement intéressantes qui rendent leur utilisation appropriée dans un grand nombre de situations. Les caractéristiques mécaniques des éléments de structure se maintiennent dans le temps, sans risque de délamination du constituant du panneau.

De tels panneaux peuvent être utilisés en particulier dans l'industrie du transport à titre de composants extérieur ou intérieur pour des structures de véhicules automobiles, d'aéronefs ou dans le transport ferroviaire.

5 Dans de telles applications, on obtient une remarquable augmentation de la résistance en cas de choc, ce qui rend intéressante l'utilisation d'éléments de structure alvéolés selon l'invention, à titre d'éléments de renforcement de certaines parties de véhicule, par exemple des portes latérales.

10 La structure uniquement réalisée en aluminium supprime les risques de corrosion pour les parties exposées du véhicule et réduit considérablement le poids de l'ensemble de la structure.

15 L'utilisation de tels panneaux dans les transports permet de réduire notablement le poids, et ainsi d'obtenir des économies d'énergie sensibles.

L'assemblage des différents éléments par soudure au laser, non seulement augmente considérablement les caractéristiques mécaniques des éléments de structure, mais permet également de diminuer notablement le poids total de l'élément de structure obtenu.

20 Enfin, le recyclage de tels éléments de structure réalisés entièrement en aluminium est nettement plus facile et moins polluant que le recyclage de matériaux en nid d'abeille de type classique réalisés à base de résine synthétique.

REVENDICATIONS

- 1-Elément de structure alvéolé du type en nid d'abeille, comprenant plusieurs feuilles d'aluminium ondulées (1) présentant des sommets et des creux, assemblées entre elles, les sommets et les creux des ondulations de chaque feuille étant en contact avec les sommets et les creux des ondulations des deux feuilles adjacentes qui l'enserrent, caractérisé par le fait qu'au moins une partie des ondulations de chaque feuille a été assemblée aux ondulations des deux feuilles adjacentes au moyen d'une soudure par laser selon une ligne continue (9) parallèle à l'axe des ondulations.
- 5 2-Elément de structure alvéolé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que toutes les ondulations de chaque feuille ont été assemblées par soudure au laser aux ondulations des deux feuilles adjacentes.
- 10 3-Elément de structure alvéolé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que les sommets et les creux des ondulations présentent une zone plane (2a, 3a) à l'endroit de la soudure.
- 15 4-Elément de structure alvéolé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre deux peaux (7, 8) constituées par une feuille plane, de préférence en aluminium solidarisée avec les extrémités frontales des ondulations par collage, par brasure ou par soudure au laser.
- 20 5-Elément de structure alvéolé selon la revendication 4, caractérisé par le fait que la soudure au laser des peaux a été effectuée au moyen d'une pluralité de lignes de soudure parallèles.
- 25 6-Elément de structure alvéolé selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les lignes de soudure (23) passent par l'ensemble des zones de soudures des ondulations des feuilles ondulées soudées.
- 30 7-Elément de structure alvéolé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que les lignes de soudure (24) sont situées en regard de la majeure partie des extrémités frontales des ondulations.
- 8-Procédé de fabrication d'un élément de structure alvéolé en feuilles d'aluminium ondulées présentant des sommets et des creux, assemblées entre elles, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes

suitantes :

-on forme, dans une pluralité de feuilles d'aluminium (1), des ondulations comportant des sommets (2) et des creux (3) s'étendant longitudinalement;

5 -on maintient en position fixe une première feuille ondulée et une deuxième feuille ondulée; posée sur la première feuille, les axes des ondulations des deux feuilles ondulées étant parallèles, les sommets des ondulations de la première feuille étant en contact avec les creux des ondulations de la deuxième feuille sur la longueur des ondulations;

10 -on positionne successivement dans les creux d'une partie au moins des ondulations de la deuxième feuille, un outil de soudage par laser (14), que l'on déplace longitudinalement de façon à former une ligne de soudure continue (9);

15 -on répète ces opérations successivement avec chaque feuille ondulée suivante chaque fois posée sur la feuille précédente, jusqu'à l'obtention d'un empilement soudé ayant une épaisseur correspondant aux dimensions désirées du panneau;

20 -on découpe ledit empilement perpendiculairement à l'axe des ondulations des feuilles soudées en formant des tranches d'épaisseur correspondant sensiblement à celle de l'élément de structure désiré.

9-Procédé de fabrication selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les ondulations des feuilles d'aluminium sont formées de façon que les sommets et les creux présentent une zone plane (2a, 3a) s'étendant sur la longueur de l'ondulation.

25 10-Procédé de fabrication selon les revendications 8 ou 9, caractérisé par le fait que la succession des opérations de soudure des ondulations est choisie de façon à réduire les contraintes résiduelles dues à la soudure.

30 11-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé par le fait que toutes les ondulations de toutes les feuilles sont soudées.

12-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé par le fait que la soudure au laser des feuilles ondulées est faite sans gaz de protection et sans matière d'appoint.

35 13-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des

revendications 8 à 12, caractérisé par le fait que l'outil de soudage comprend des moyens de déplacement longitudinal dans les creux des ondulations et des moyens de régulation du centrage de l'outil à l'intérieur du creux lors de son déplacement.

5 14-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, caractérisé par le fait que l'outil de soudage comprend des moyens d'appui pour exercer une pression mécanique à l'intérieur du creux à proximité de la zone de soudage.

10 15-Procédé de fabrication selon la revendication 14, caractérisé par le fait que les moyens d'appui comprennent une molette rotative (18) en contact avec le creux.

15 16-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, caractérisé par le fait qu'on enserre chaque tranche découpée, entre deux peaux constituées par une feuille plane d'aluminium solidarisée avec les extrémités frontales des ondulations par collage ou par soudure au laser.

20 17-Procédé de fabrication selon la revendication 16, caractérisé par le fait que la soudure au laser est effectuée au moyen d'une pluralité de lignes de soudure parallèles.

25 18-Procédé de fabrication selon la revendication 17, caractérisé par le fait qu'on détecte la présence des ondulations à travers la peau avant de souder selon des lignes passant par l'ensemble des zones de soudures des ondulations des feuilles ondulées soudées.

25 19-Procédé de fabrication selon la revendication 18, caractérisé par le fait qu'on effectue la soudure selon des lignes situées en regard de la majeure partie des extrémités frontales des ondulations.

30 20-Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 16 à 19, caractérisé par le fait que la soudure est effectuée sous un gaz de protection et avec adjonction d'un matériau d'apport augmentant la ténacité.

1/5

FIG.1

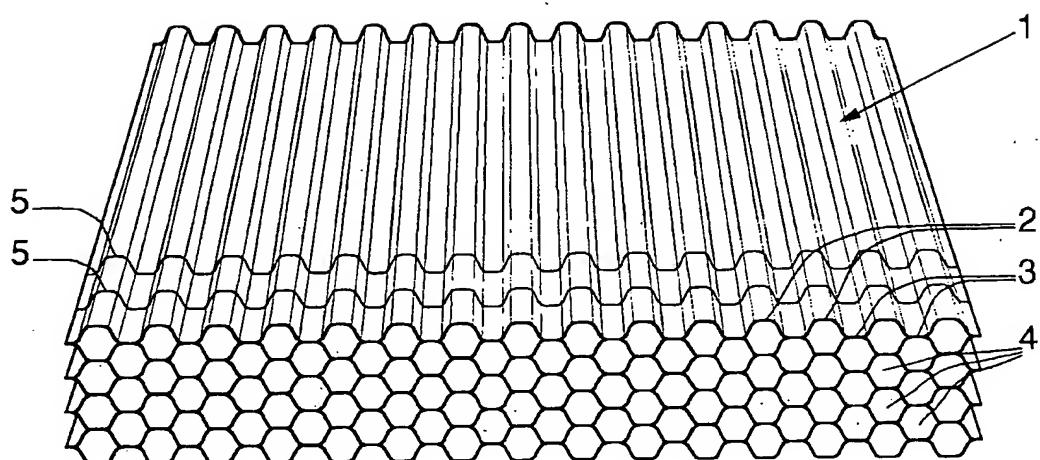


FIG.2

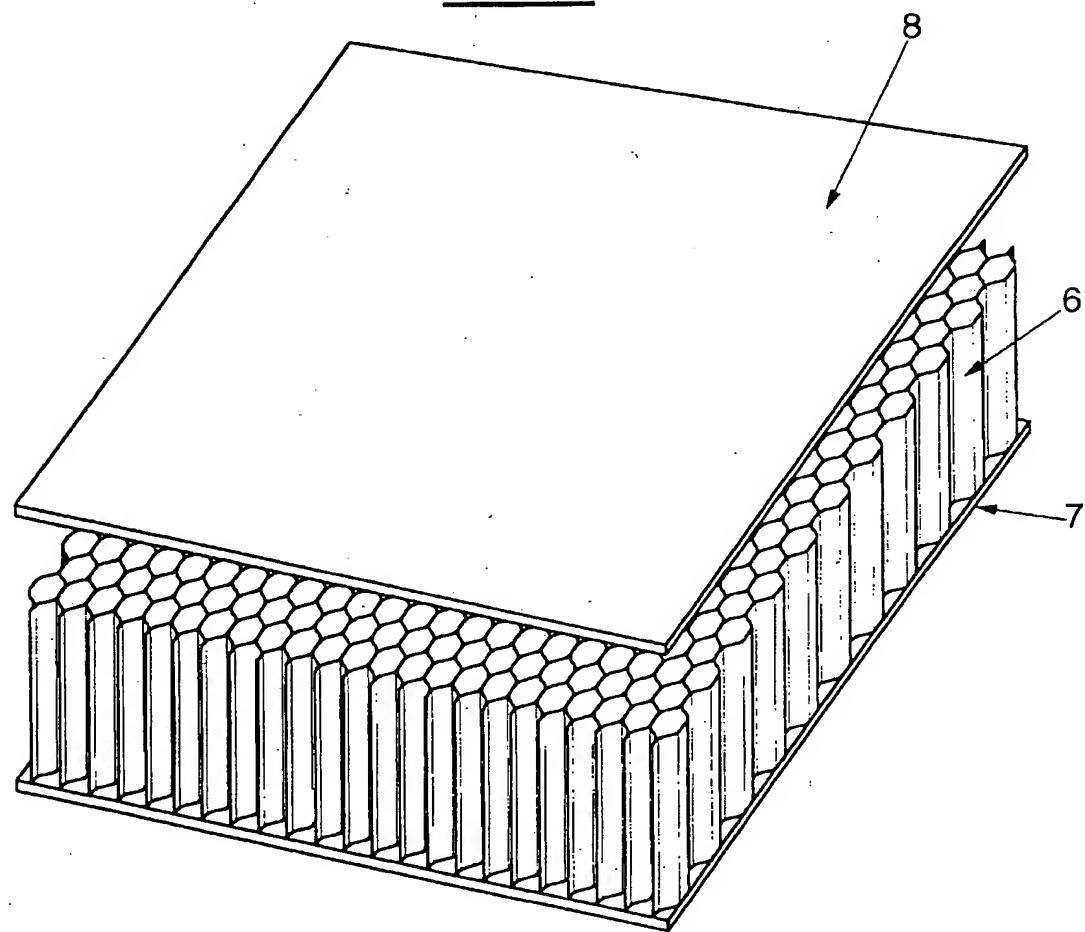
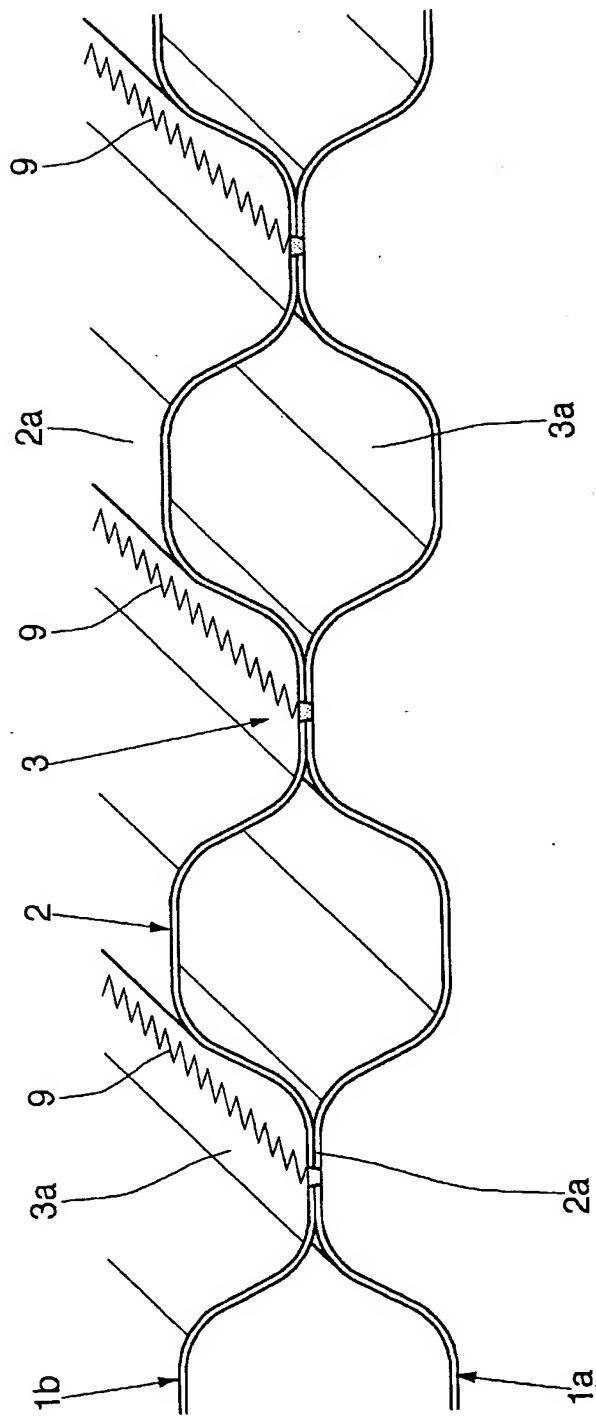
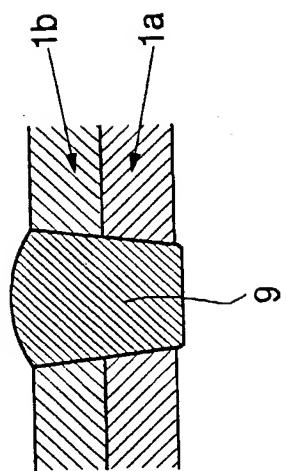
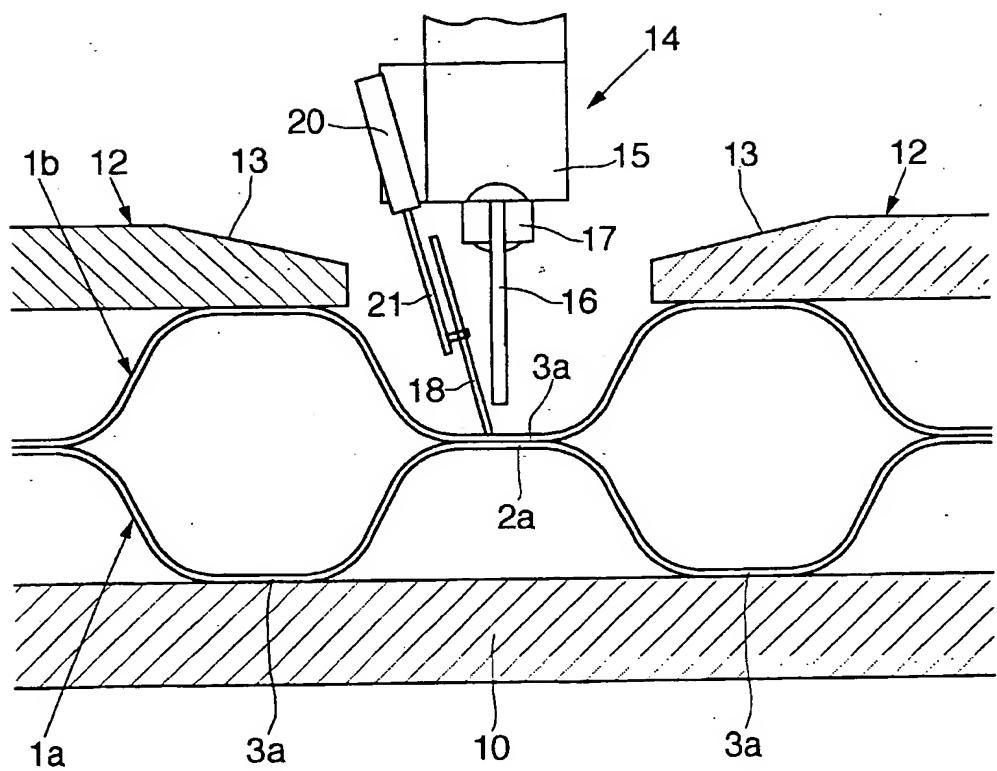
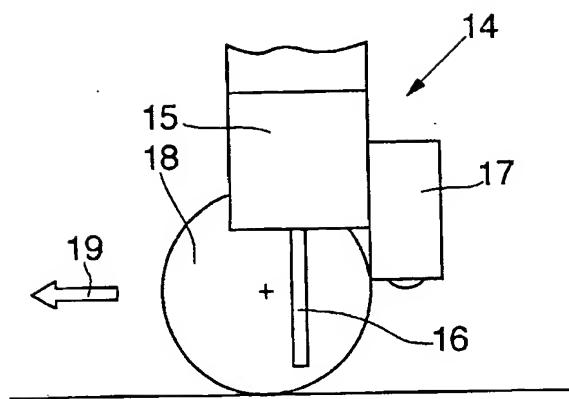
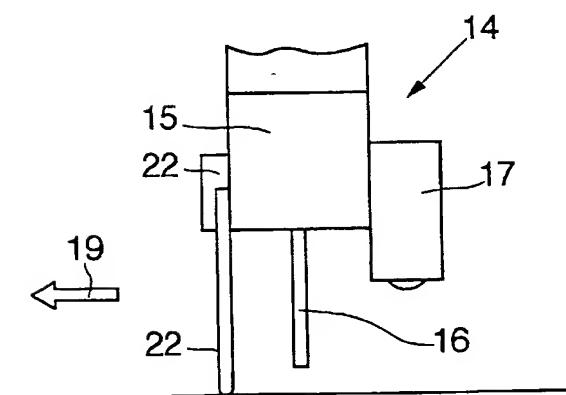


FIG.3FIG.4

3/5

FIG.5

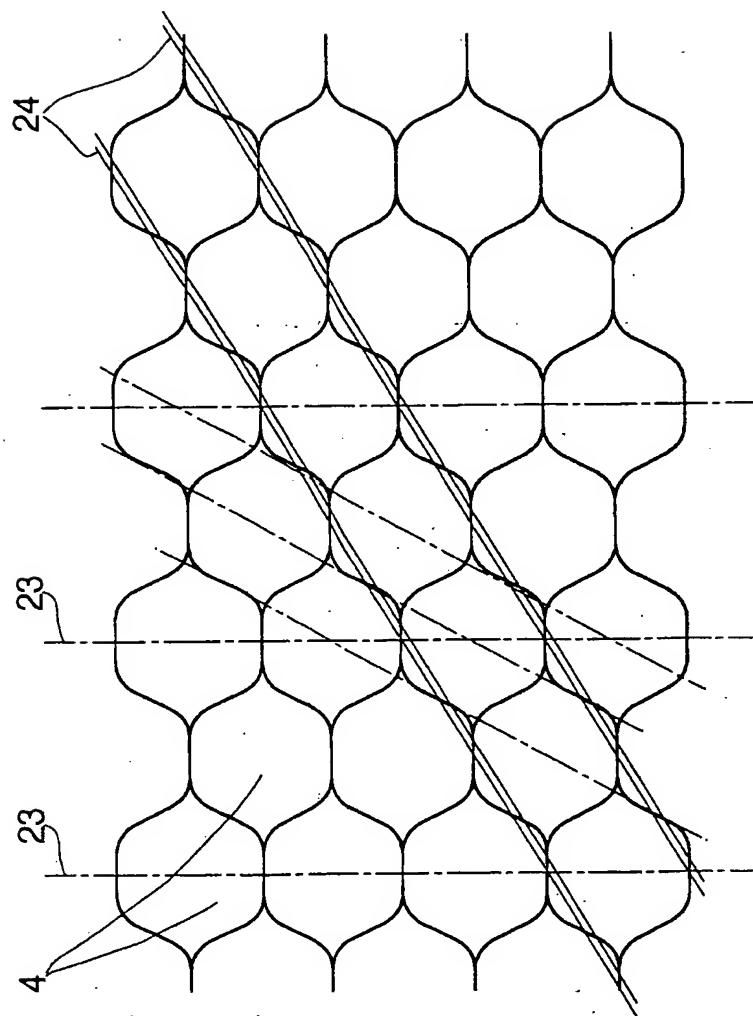
4/5

FIG.6FIG.7

2810911

5/5

FIG.8





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2810911

N° d'enregistrement
nationalFA 589744
FR 0008538

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS | | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|--|-----------------------------------|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | | |
| X | US 5 628 925 A (DOMESLE RAINER ET AL) 13 mai 1997 (1997-05-13) | 1 | B21D47/00 B23K26/26 |
| Y | * revendication 6 * | 2-4,8 | |
| Y | EP 0 955 109 A (HEXCEL CORP) 10 novembre 1999 (1999-11-10) * le document en entier * | 2-4,8 | |
| A | US 5 250 362 A (HAMA TAKATSUGU ET AL) 5 octobre 1993 (1993-10-05) | | |
| A | US 5 224 249 A (KORNELY JR MICHAEL G) 6 juillet 1993 (1993-07-06) | | |
| DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.) | | | |
| B21D B23K E04C | | | |
| 1 | | Date d'achèvement de la recherche | Examinateur |
| | | 20 mars 2001 | Peeters, L |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | | |
| T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | | | |